

Descripción de diferentes métodos farmacológicos utilizados en bovinos para disminución de los días abiertos

Description of different pharmacological methods used in cattle to reduce open days

Sergio Alejandro Montenegro López¹, Jorhans Tafur Correa¹, Juan Carlos Echeverry
López²

¹ Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira

² Docente Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira

Resumen

Los días abiertos son un parámetro que indica al tiempo promedio desde el día que una vaca hace un parto hasta la fecha de servicio en el que se logra la preñez confirmada. Un aumento en este parámetro se debe a fallas en detección de celo, dificultades ambientales, limitantes ambientales, entre otras. El aumento de los días abiertos indica pérdidas económicas para este sector, principalmente para países subdesarrollados y en vías de desarrollo, perdiendo aproximadamente de \$2 a \$6 por días abierto; en países desarrollados las pérdidas diarias tienen un costo de \$0.5 a \$2. Lo recomendado es que los días abiertos no sean superiores a un rango de 80 a 90 días, ya que cada día abierto tiene un alto costo y a medida que estos aumentan, el costo es mayor. Diferentes estudios a nivel mundial han demostrado varios métodos para la disminución de este parámetro, siendo los métodos farmacológicos los más referenciados y utilizados, ya que muestran una mayor efectividad en el control y regulación del ciclo estral, con el propósito de que las hembras bovinas expresen estro aproximadamente al mismo tiempo, favoreciendo la detección del celo, dando un mayor número de efectividad para garantizar la preñez y por ende disminuyendo los días abiertos. Por esto, se buscó con este trabajo realizar una monografía sobre la descripción de diferentes métodos farmacológicos utilizados en bovinos para la reducción de días abiertos, mediante la revisión de literatura publicada en los últimos 10 años a nivel mundial, dando como resultado la descripción de diferentes métodos farmacológicos basados en sincronización del ciclo estral, entre los cuales se

encuentran las prostaglandinas (PGF2 α) y los progestágenos; la utilización de protocolos CIDR (con P4 y estradiol) con combinaciones de benzoato de estradiol, hormona gonadotropina corionica equina, hormona liberadora de gonadropina y Ovsynch; además, la descripción del protocolo a base de Ovsynch (GnRH + PGF2 α).

Palabras clave: celo, ciclo estral, intervalo entre partos, parto, sincronización.

Abstract

The open days are a parameter that indicates the average time from the day a cow gives birth until the service date in which pregnancy is confirmed. Any increase in this parameter is due to failures in heat detection, environmental difficulties, environmental limitations, amongst others. The increase in open days indicates economic losses for this sector as well, so much as for underdeveloped and developing countries, losing approximately \$ 2 to \$ 6 per open day; daily losses in developed countries cost from \$ 0.5 to \$ 2. The ideal is that open days do not last less than 80 and more than 90 days since each open day has high costs and as these increase, costs grow exponentially. Different researches around the world have shown various methods in order to decrease this parameter, being pharmacological methods the most frequently referenced and used, Since they show greater effectiveness controlling and regulating the estrous cycle, with the purpose for bovine females to express Estrus at approximately the same time, to favor heat detection, showing more effectiveness, guaranteeing pregnancy thus reducing open days. For everything previously mentioned, this work sought to carry out a monograph on the description of different pharmacological methods used in cattle for the reduction of open days, by reviewing worldwide literature published in the last 10 years worldwide, resulting in the description of different Pharmacological methods based on synchronization of the estrous cycle, within which are prostaglandins (PGF2 α) and progestins; the usage of CIDR protocols (with P4 and estradiol) combined with estradiol benzoate, equine chorionic gonadotropin hormone, gonadotropin-releasing hormone and Ovsynch; as well as, the description of the Ovsynch-based protocol (GnRH + PGF2 α).

Key words: heat, estrous cycle, calving interval, birth, synchronization.

Introducción

Uno de los mayores problemas en producciones bovinas a nivel mundial es el aumento de los días abiertos, ya que causa un considerable aumento en las pérdidas económicas. Este problema es considerado una de las mayores afectaciones económicas de este sector, ya que las pérdidas se cuantifican en millones de dólares anualmente en el mundo. Un incremento de los días abiertos genera pérdidas, que se originan en el sostenimiento de la vaca en fase improductiva (alimentación, manejo), pero principalmente por la leche que deja de producir. Los días abiertos tienen una alta incidencia en los costos y a medida que estos aumentan, igualmente el costo es mayor (1)(2).

Se ha evidenciado una mayor afectación por aumento de días abiertos en países subdesarrollados y en vías de desarrollado, que países desarrollados; debido a que las pérdidas diarias por un día abierto en países subdesarrollados y en vías de desarrollo oscilan entre los \$2 a \$6, contrario a los países desarrollados, ya que su rango de pérdida diaria va de \$0.5 a \$2 en promedio (3).

El aumento de los días abiertos es un problema frecuente y creciente en el ganado bovino, por lo cual se han empleado métodos nutricionales, de manejo, farmacológicos, entre otros, para reducir sus índices, pero implica un aumento de la carga económica, lo que conlleva a pérdidas. Además, de que se puede hacer descarte del animal debido a patologías presentadas antes, durante y después del parto que pueden derivar en infertilidad provisional o permanente. Las pérdidas diarias por un día abierto se ven representados por los gastos administrativos, operativos y lactancia no recibida (1)(4).

Por esto, es importante la descripción de métodos farmacológicos para reducir la cantidad de días abiertos y hacer un control de estos.

En los últimos 10 años, diferentes estudios han evidenciado que el método farmacológico es uno de los más sobresalientes para reducir dicha problemática, por lo que se realizó la revisión y recuento de estos métodos, recopilando información y obteniendo más bases de información respecto a este problema.

El rendimiento económico del sector ganadero está muy ligado al porcentaje de vacas y novillas que paren anualmente. Lo ideal es un ternero por vaca al año, y la eficiencia en la reproducción se va a medir con base en la cantidad de crías nacidas durante el mismo; este es un aspecto sobre el cual hay muchas oportunidades y formas para mejorar la rentabilidad económica del sector a nivel mundial.

La utilización de métodos farmacológicos (sincronización de celos) permite mejorar el porcentaje de detección de celos en hatos donde hay anestro post parto prolongado o hay baja detección de celo, ayudando a acortar el intervalo entre partos y por ende los días abiertos.

Todas las fuentes bibliográficas citadas ayudan a la disminución de pérdidas económicas causado por aumento de los días abiertos, debido a que se realizó una recopilación de información que los ganaderos podrán utilizar como fuente de información para contrarrestar dicha problemática.

Los días abiertos son un parámetro que corresponde al tiempo promedio desde el día que una vaca hace un parto hasta la fecha de servicio en el que se logra la preñez confirmada (2)(5). Hay diferentes causas del aumento de este parámetro, como es el caso de los problemas de infertilidad ya sea por patologías que cursan antes, durante o después del parto, como mastitis, metritis clínica o subclínica, neosporosis, entre otras; fallas de la detección del celo, dificultades ambientales y limitantes nutricionales (5)(6)(7).

Los días abiertos deben ser máximo de 90 días, ya que esto garantiza un parto anual, aunque se presentan variaciones, algunos países recomiendan 80 días y otros hasta los 110 días después del parto (8). El intervalo entre partos muestra el periodo transcurrido entre un parto y otro; está constituido por la sumatoria de los días abiertos

más los días de duración de la gestación que en los bovinos podríamos considerar de 285 días (8)(2).

Para lograr la reducción de estos parámetros, es necesaria una rápida involución del útero después del parto para que vuelva a gestar una cría. Además, se debe dar un buen manejo en el periparto (3 a 4 semanas antes y después del parto), en este periodo hay disminución de la ingesta y aumento de demanda de nutrientes, hay disminución de la inmunidad y mayor predisposición a enfermedades (5)(9).

Por lo general el ciclo estral de la vaca no depende de la estación del año y se divide en 4 fases: metaestro, diestro, proestro y estro. El estro o celo se observa cada 21 días en promedio, y el rango del ciclo estral es de 18-24 días. Durante el desarrollo del ciclo estral, el día del celo se denomina el día 0 o 21. El celo de las vacas es relativamente corto con una duración media de 18 horas y un rango de 4 a 24 horas. La ovulación se presenta aproximadamente 10 a 15 horas después de finalizado el estro, por lo cual se presenta una vez termina el celo. Luego de la fecundación, el blastocisto llega al útero alrededor del día 5. La gestación tiene una duración de 283 días, con un rango de 279 a 290 días. El periodo que transcurre desde el parto hasta la primera ovulación varía dependiendo de la raza, producción de leche, nutrición, estación y presencia de ternero lactante (5)(10)(11)(12).

El puerperio es el periodo de tiempo entre la expulsión de la placenta y la involución del tracto genital de la hembra a su estado anatómico y funcional previo a la gestación. Se caracteriza por modificaciones citológicas, anatómicas, bacteriológicas y metabólicas del útero. Un alargamiento de este periodo puede favorecer la aparición de infecciones uterinas, además de darse por la presencia de loquios, retención de placenta, entre otros; esto disminuye la productividad por aumento de los días abiertos (13)(14).

La mayor parte de la vida fértil de un animal está compuesta por periodos de anestro (actividad cíclica regular). Este periodo de gestación y lactación ocupan una gran cantidad de tiempo en comparación con los periodos de actividad cíclica. Sin embargo,

los periodos de ciclicidad son los más importantes y a los que más atención se presta. Por esto, se implementan diferentes métodos para la reducción de los días abiertos (9)(15). En la actualidad se utilizan métodos encaminados al manejo post parto y la detección del celo, pero, los más empleados y referenciados son los métodos farmacológicos, que se centran en la sincronización del celo (9)(16).

En el manejo post parto las vacas presentan un balance energético negativo, que precede la aparición de ciclos ováricos normales, se busca un buen manejo alimentario y restablecimiento de la secreción pulsátil de la hormona luteinizante, además de presencia temprana de progesterona plasmática (9)(10)(17).

La detección del celo es uno de los factores más importantes para el éxito de la reducción de los días abiertos y va en conjunto con métodos farmacológicos (sincronización), esto ayuda a evitar que se pase un ciclo, evitando pérdidas de vida productiva de la vaca y producción. En la época de celo se evidencia excitación del sistema nervioso, conducta homosexual, entre otras (9)(18).

Cuando se habla de sincronización, se habla de la reducción o el aumento del ciclo estral alargando la vida del cuerpo lúteo o induciendo la luteólisis por medio del uso de hormonas para que las vacas de un hato entren en celo al tiempo, permitiendo que se pueda hacer la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), aumentando así la tasa de fertilidad en los hatos (19).

Las prostaglandinas ($\text{PGF}_{2\alpha}$) y los progestágenos son utilizados para la sincronización del celo, sin embargo, es muy importante conocer cómo es la fisiología del ciclo estral, la acción de las hormonas involucradas, y la interacción que tienen entre sí, aumentando la tasa de preñez en menor tiempo (20).

La $\text{PGF}_{2\alpha}$ es una hormona que genera el retroceso del cuerpo lúteo haciendo que se rompa antes de que haya una degeneración natural de este, permitiendo que se repita el celo si no hay preñez. Este es uno de los métodos más utilizados, sin embargo, la desventaja a la hora de su aplicación es que los folículos se encuentran en diferentes

etapas de desarrollo, haciendo que la ovulación se da en periodos de 48 a 60 horas si hay un folículo dominante, pero si está en etapa de crecimiento o atresia temprana la ovulación se dará hasta que el folículo está maduro en 4 días o más, siendo una de las causas del fracaso de la IATF. Por lo tanto, se han creado estrategias de dos aplicaciones de PGF2 α en tiempos determinados (21).

Los progestágenos son hormonas esteroides cuya función es inhibir el pico preovulatorio LH retrasando la ovulación hasta la interrupción del tratamiento; se pueden administrar de diferentes formas, tales como inyectables (progesterona), esponjas de liberación intravaginal (acetato de flurogestona, acetato de medroxiprogesterona), implantes de silicón (progesterona, norgestomet) y por vía oral. Al verse afectado el porcentaje de fertilidad si el tratamiento es muy largo, se ha implementado el uso de estradiol o PGF2 α ya que ocasionan la reducción del cuerpo lúteo (22).

La sincronización del desarrollo folicular se utiliza para generar buenos resultados de fertilidad induciendo la ovulación o la atresia de folículos dominantes del ovario. Los avances en los conocimientos de fisiología en reproducción bovina han permitido crear protocolos de IATF, los cuales se clasifican en dos; los que usan la combinación de GnRH y PGF2 α (Ovsynch) y los que usan dispositivos con P4 y estradiol (21).

Los primeros protocolos que se van a mencionar son CIDR (con P4 y estradiol).

El CIDR es un dispositivo intravaginal en forma de cápsula adaptado para que no se caiga, contiene de 1.38 a 1.9g de progesterona natural la cual se libera de forma continua y controlada; esta es absorbida por la mucosa vaginal y alcanza niveles en plasma suficientes para inhibir la liberación de FSH y LH del hipotálamo, deteniendo la ovulación del folículo dominante y el estro (21)(23)(30).

CIDR + Benzoato de estradiol (EB): Este protocolo permite la IATF; consiste en una inyección el día 0 de EB en bovinos que estén ciclando, junto a la aplicación del CIDR, bloqueando la LH y FSH y así inhibiendo la maduración y atresia de los folículos,

creando una nueva onda folicular. El día 8 se retira el CIDR provocando una baja repentina de P4 y se aplica PGF2 α más una segunda dosis de EB el día 9, aumentando así la LH, permitiendo que el óvulo dominante ovule y entre en celo (21) (28)

.

EB + CIDR + GnRH: Este método solo se diferencia al anterior por usar para la segunda aplicación GnRH en vez de EB para así tener una ovulación sincronizada, pero las tasas de preñez son similares (21)(23).

EB + eCG + CIDR: Se puede generar una sincronización de una onda folicular aceptable en hembras que están en anestro con el protocolo EB + CIDR si se le agrega gonadotropina coriónica equina (eCG) junto a la PGF2 α el día 8 (21).

Ovsynch + CIDR: Se da a base de GnRH y PGF2 α , en el día 0 se inyecta GnRH junto a la inserción del CIDR, el cual se retira al día 7 y se aplica PGF2 α , posteriormente se inyecta GnRH a las 56 horas y la IATF se realiza a las 16 horas después de esta última inyección de GnRH (21).

Heat Synch: La base es el protocolo Ovsynch, administrando 1 mg de cipionato de estradiol 24 horas después de la PGF2 α induciendo ovulación, en lugar de GnRH que se aplica a las 48 horas (21).

A continuación, se describen protocolos con base Ovsynch (GnRH + PGF2 α):

Ovsynch: Combinación GnRH y PGF2 α , para sincronizar la ovulación. Consiste en tres inyecciones; el día 0 se inyecta GnRH independientemente de la fase del ciclo estral, haciendo que ovule el folículo dominante y que haya atresia en el que no sea viable, induciendo una onda folicular nueva entre los 2 a 3 días después de su aplicación; el día 7 se aplica la PGF2 α provocando una ruptura del cuerpo lúteo; el día 9 con la segunda inyección de GnRH ocurrirá una ovulación sincronizada y entre las 12 y 16 horas después se realiza la IATF (21)(24).

Pre Synch-Ovsynch: Para este método se inyectan 2 dosis de PGF2 α con un intervalo de 14 días, antes del protocolo Ovsynch, y la primera aplicación de GnRH es a los 12 días después de la segunda aplicación de PGF2 α y ya continúa el protocolo Ovsynch de forma normal. Esto se hace para asegurar que la mayoría de las vacas estén en la fase adecuada del día 5 al 10 al iniciar Ovsynch, mejorando la tasa de preñez en el primer servicio post parto entre un 5 a 10%. También los folículos al inicio del protocolo Ovsynch pueden tener diferentes tamaños porque la ovulación se da entre los 2 a 7 días después de la segunda aplicación de PGF2 α (21).

Doble Ovsynch: Se realiza de forma doble el protocolo Ovsynch; el día 0 se inyecta GnRH, el día 7 PGF2 α y el día 10 GnRH, se esperan 7 días y se repite GnRH, 7 días después PGF2 α y por último 56 horas después GnRH, y consecutivamente a las 16 horas de la última aplicación de GnRH se realiza la IATF (21).

Cosynch: Este protocolo establece cambios en la base de la concepción en caso de hacer IATF justo después de aplicar la segunda dosis de GnRH del protocolo Ovsynch, teniendo porcentajes de preñez del 29.2%, en comparación con el Ovsynch con un 35.1% lo cual se considera aceptable (21)(24).

Resynch: Este protocolo combina el Ovsynch con diagnóstico de gestación temprana por ultrasonido. En promedio el 65% de las vacas quedan vacías con el protocolo Ovsynch, y con ayuda del ultrasonido se puede diagnosticar la gestación temprana del otro 35% entre los 33-40 días, retomando el protocolo Ovsynch el mismo día del diagnóstico (21).

Resynch 7: Se inyecta GnRH 7 días antes del diagnóstico de preñez temprana por ultrasonido, pero es recomendable aplicarla solo después del día 26 de la primera inseminación para tener mayor éxito, y así el día 33 realizar el ultrasonido, después se administra PGF2 α a las vacas vacías y posteriormente se realiza la IATF con Ovsynch o Cosynch (21).

Select Synch: La base es el Ovsynch, eliminando la última aplicación de GnRh, e inseminando a estro detectado, y según el protocolo las vacas entran en celo a las 48 horas. Se aplica GnRH e IATF a las 72 horas después de la PGF2 α a los animales que no respondieron (21).

Se buscó con este trabajo realizar una monografía sobre la descripción de diferentes métodos farmacológicos utilizados en bovinos para la reducción de días abiertos, mediante la revisión de literatura publicada en los últimos 10 años a nivel mundial.

Materiales y Métodos

Para la recopilación de la información se investigó en bases de datos como Scielo, Science Direct, Scopus, Google Académico utilizando conectores booleanos como And, Or y Not, al igual que palabras claves, criterios de inclusión como reportes del 2010 hasta la fecha actual, artículos de todos los países, entre otros.

Resultados y discusión

Hay diferencia entre los términos sincronización e inducción de estros; cuando se habla de sincronización, se refiere a la reducción o el aumento del ciclo estral alargando la vida del cuerpo lúteo o induciendo la luteólisis por medio del uso de hormonas para que las vacas de un hato entren en celo al tiempo, permitiendo que se pueda hacer la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sin necesidad de la detección de celo, aumentando así la tasa de fertilidad en los hatos (19). Y la inducción del celo consiste en iniciar el ciclo estral también utilizando hormonas en las vacas que están en anestro; por lo tanto, la sincronización y la inducción de celo se debe aplicar según el animal que lo requiera, ya que son procedimientos diferentes (25)(26).

Las prostaglandinas (PGF2 α) y los progestágenos son utilizados para la sincronización del celo, sin embargo, es muy importante conocer cómo es la fisiología del ciclo estral, la acción de las hormonas involucradas, y la interacción que tienen entre sí, con la finalidad de optimizar costos y aumentar la tasa de preñez en menor tiempo (20).

La PGF2 α es una hormona que genera la regresión del cuerpo lúteo haciendo que se rompa antes de que haya una degeneración natural de este, controlando así la fase luteal del ciclo estral, permitiendo que se repita el celo si no hay preñez. Este es uno de los métodos más utilizados en animales que están ciclando de forma normal, sin embargo, la desventaja a la hora de su aplicación es que los folículos se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, haciendo que la ovulación se de en periodos de 48 a 60 horas si hay un folículo dominante. Pero si está en etapa de crecimiento o atresia temprana, la ovulación se dará hasta que el folículo está maduro en 4 días o más, siendo una de las causas del fracaso de la IATF; es importante aclarar que para que el cuerpo lúteo responda de una forma adecuada al tratamiento con prostaglandina es necesario que tenga cierto grado de madurez, por lo que solo entre el 60 y 65% de las vacas tendrán un cuerpo lúteo responsivo. Por lo tanto, se han creado estrategias de dos aplicaciones de PGF2 α en tiempos determinados (21). Una de ellas es determinando si hay cuerpo lúteo por medio de la palpación rectal, determinando así la aplicación de la hormona, logrando reducir las dosis empleadas. Otro método es detectar el celo entre los 3 y 4 días después de aplicar las hormonas a todos los animales, e inseminar los que presenten celo, y los que no presenten se vuelven a inyectar al día 11 después de la primera aplicación, inseminando posteriormente a celo detectado. Y la última estrategia es darle servicio a las vacas que presentan celo en un periodo de observación de 7 días, al octavo día se aplica PGF2 α y se inseminan los animales que presenten celo, cubriendo la totalidad de las vacas y usando solo el 60% de las dosis. Se debe tener en cuenta que se generan resultados más bajos de fertilidad con la IATF que con la inseminación a celo detectado y la IATF se debe realizar a las 80 horas después de la última aplicación de PGF2 α o una doble inseminación a las 96 horas (27)(28).

Los progestágenos son hormonas esteroides cuya función es inhibir el pico preovulatorio LH retrasando la ovulación hasta la interrupción del tratamiento obteniendo como resultado celos sincronizados. Por su estructura química se pueden administrar de diferentes formas, tales como inyectables (progesterona), esponjas de liberación intravaginal (acetato de flurogestona, acetato de medroxiprogesterona), implantes de silicón (progesterona, norgestomet) y por vía oral. Al verse afectado el

porcentaje de fertilidad si el tratamiento es muy largo, se ha implementado el uso de estradiol o PGF2 α ya que ocasionan la reducción del cuerpo lúteo. El estradiol si se administra en el metaestro interfiere en la formación del cuerpo lúteo y en el diestro acorta su vida indirectamente pero no tiene efecto luteolítico (22)(27).

Los avances evolutivos de los métodos de sincronización de celos se han dado por los conocimientos sobre endocrinología del ciclo estral y los protocolos de sincronización ayudan a entender la función de las hormonas, permitiendo así la capacidad de aumentar la fertilidad por medio de la sincronización del desarrollo folicular (27).

La sincronización del desarrollo folicular se utiliza para generar buenos resultados de fertilidad induciendo la ovulación o la atresia de folículos dominantes del ovario. Los avances en los conocimientos de fisiología en reproducción bovina han permitido crear protocolos de IATF, los cuales se clasifican en dos; los que usan la combinación de GnRH y PGF2 α (Ovsynch) y los que usan dispositivos con P4 y estradiol (21)(29).

Los primeros protocolos que se van a mencionar son CIDR (con P4 y estradiol).

El CIDR es un dispositivo intravaginal en forma de cápsula adaptado para que se ajuste y no se caiga, contiene de 1.38 a 1.9g de progesterona natural la cual se libera de forma continua y controlada; esta es absorbida por la mucosa vaginal y alcanza niveles en plasma suficientes para inhibir la liberación de FSH y LH del hipotálamo, deteniendo la ovulación del folículo dominante y el estro (21)(23)(30).

CIDR + Benzoato de estradiol (EB): Este protocolo permite la IATF y consiste en una inyección el día 0 de EB en bovinos que estén ciclando, junto a la aplicación del CIDR, bloqueando la LH y FSH y así inhibiendo la maduración y atresia de los folículos, creando una nueva onda folicular entre los 4 a 5 días de forma sincronizada. El día 8 se retira el CIDR provocando una baja repentina de P4 y se aplica PGF2 α más una segunda dosis de EB el día 9, aumentando así la LH, permitiendo que el óvulo dominante ovule y entre en celo. A las 30 horas después de aplicar la última dosis de

benzoato de estradiol se realiza la IATF y conjuntamente a esto se puede administrar GnRH para estimular la ovulación (21)(28).

EB + CIDR + GnRH: Este método solo se diferencia del anterior por usar para la segunda aplicación GnRH en vez de EB, para así tener una ovulación sincronizada, aunque las tasas de preñez son similares (21)(23).

EB + eCG + CIDR: Se puede generar una sincronización de una onda folicular aceptable en hembras que están en anestro con el protocolo EB + CIDR si se le agrega gonadotropina coriónica equina (eCG) junto a la PGF2 α el día 8 (21).

Ovsynch + CIDR: Este protocolo se da a base de GnRH y PGF2 α (protocolo Ovsynch), en el día 0 cuando se inserte el CIDR se aplica GnRH, al séptimo día se retira el CIDR y se inyecta PGF2 α , posteriormente se inyecta GnRH a las 56 horas y la IATF se realiza a las 16 horas después de esta última inyección de GnRH (21).

Heat Synch: La base es el protocolo Ovsynch, se basa en la aplicación de 1 mg de ciproionato de estradiol el día 8 (24 horas después de la inyección de prostaglandina) logrando que se induzca la ovulación, en lugar de aplicar GnRH que se inyecta a las 48 horas (21).

A continuación, se describen protocolos con base Ovsynch (GnRH + PGF2 α):

Ovsynch: Desarrollado en la universidad de Wisconsin por el Dr. Pursley et al., para no tener la necesidad de detectar celos permitiendo la inseminación artificial a tiempo fijo, se trata de combinar GnRH y PGF2 α , para sincronizar la ovulación. Consiste en tres inyecciones; comenzando el día 0, se inyecta GnRH independientemente de la fase del ciclo estral en que se encuentre el folículo, ya sea de crecimiento o estática, haciendo que el folículo dominante ovule y que haya atresia en el que no sea viable, induciendo una onda folicular nueva entre el segundo y tercer día después de la aplicación de GnRH, siendo más efectiva en vacas en lactancia con un 85% de éxito, que en vacas de primer parto con un 54% de éxito; el día 7 se aplica la segunda inyección que es de prostaglandina, con esta se provoca una ruptura del cuerpo lúteo presente o recién formado; y por último el día 9, la tercera inyección es otra dosis de

GnRH, con esta ocurrirá una ovulación sincronizada, y entre las 12 y 16 horas después de esta tercera aplicación se puede realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (21)(24)(31)(32).

Pre Synch-Ovsynch: Para este método se inyectan 2 dosis de PGF2 α con un intervalo de 14 días, antes de implementar el protocolo Ovsynch, y la primera aplicación de GnRH es a los 12 días después de la segunda aplicación de PGF2 α y ya se continúa con el protocolo Ovsynch de forma normal después de esto. Y se hace para asegurar que la mayoría de las vacas estén en la fase adecuada del ciclo estral al empezar el protocolo Ovsynch entre el quinto y el décimo día, mejorando así la tasa de preñez en el primer servicio post parto entre un 5 a 10% (33). También los folículos al inicio del protocolo Ovsynch pueden tener diferentes tamaños porque la ovulación se da entre los 2 a 7 días después de la segunda aplicación de PGF2 α , pero es imposible inducir la ciclicidad en las vacas que poseen folículos menores a 10 mm sin cuerpo lúteo, lo cual ocurre entre el 20% y 30% de hembras a los 60 días después del parto (21)(34).

Doble Ovsynch: Como hace referencia su nombre se realiza de forma doble el protocolo Ovsynch; el día 0 se inyecta GnRH, al séptimo día se inyecta prostaglandina y al décimo día GnRH de nuevo, después de esto se esperan 7 días y se repite, primero GnRH, 7 días después PGF2 α y por último 56 horas después GnRH, y consecutivamente a las 16 horas de la última aplicación de GnRH se realiza la IATF (21).

Cosynch: Este protocolo establece algunos cambios en la base de la concepción. Se debe realizar la inseminación artificial a tiempo fijo justo después de aplicar la segunda dosis de GnRH del protocolo Ovsynch, teniendo porcentajes de preñez del 29.2% con este protocolo, en comparación con el protocolo Ovsynch con un 35.1% lo cual se considera de forma aceptable (21)(24).

Resynch: Este protocolo combina el protocolo Ovsynch con el diagnóstico de gestación temprana por medio de la ultrasonografía. En promedio el 65% de las vacas quedan vacías con el protocolo Ovsynch, es por esto que con la ayuda del ultrasonido se puede diagnosticar la gestación temprana de este porcentaje de vacas que no

quedan preñadas entre los 33-40 días, retomando el protocolo Ovsynch y empezando con la GnRH el mismo día del diagnóstico a las vacas vacías (21)(34).

Resynch 7: En este esquema se inyecta GnRH 7 días antes del diagnóstico de preñez temprana por ultrasonido, por esta razón se convierte en un tratamiento algo agresivo, sin embargo, esta hormona no repercute en problemas para las vacas preñadas, pero es recomendable aplicarla a partir del día 26 después de la primera inseminación para tener mayor éxito, y así el día 33 post primera inseminación realizar el ultrasonido. Después se administra PGF2 α a las vacas vacías y posteriormente se realiza la IATF con Ovsynch o Cosynch; la principal desventaja es que la ondas foliculares no son sincronizadas, por lo que es desconocida la etapa del desarrollo folicular en inseminación sistemática (21).

Select Synch: La base de este método de sincronización de celo es el protocolo Ovsynch, pero eliminando la última aplicación de GnRh, e inseminando a estro detectado, y según este protocolo las vacas entran en celo a las 48 horas. Se aplica GnRH e IATF a las 72 horas después de la PGF2 α a los animales que no respondieron (21).

Las ventajas de estos tratamientos conocidos como Ovsynch son que relacionan muchos aspectos de la producción a nivel mundial, ya que no se necesita palpar ovarios para saber su estado, por lo que la primera aplicación de GnRH es independiente de la fase del ciclo estral; el protocolo tarda 10 días; el manejo se simplifica a solo inyectar e inseminar; se tendrá control de la fecha de repetición de celo cuando las vacas no quedan preñadas y las hormonas no son tan costosas (32).

El protocolo Ovsynch, se utiliza en gran parte de producción ganadera en el mundo, principalmente en países de gran desarrollo de la industria láctea y cárnica como Estados Unidos, Francia, Nueva Zelanda y Brasil. Además, la ciclicidad y condición corporal en hembras de crías en algunos países en condiciones climáticas de trópico son generalmente bajos, por lo cual los protocolos que se emplean la mayoría de veces incluye sincronización con progesterona y la eCG, con el propósito de minimizar

el manejo de los animales y el efecto supresor de la progesterona sobre el crecimiento del folículo. En la revisión de literatura se observó que los protocolos más utilizados en países sudamericanos se basan en el uso de Co-Synch y eCG (12).

Conclusiones

La pérdida económica ocasionada por los días abiertos es una de las grandes dificultades en el sector ganadero, por lo cual se han buscados diferentes métodos para la reducción de este parámetro. Una de las estrategias más utilizadas son los métodos farmacológicos basados en la sincronización del celo, por medio del regulación y control del ciclo estral. A pesar de que la utilización de esta medida genera costos adicionales, la disminución de los días abiertos genera mayores ingresos para el ganadero y el sector.

Al realizar la revisión de literatura se reportó que el protocolo farmacológico más utilizado es a partir del uso de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$), pero, varias investigaciones evidenciaron una alta efectividad al usar el protocolo Ovsynch ya que reúne diferentes factores que hacen que presente mejores resultados en las diferentes producciones a nivel mundial. Cabe recordar que todas las granjas y hatos responden a diferentes protocolos. Para evidenciar una mayor efectividad de uno u otro protocolo farmacológico basado en sincronización se debe hacer un análisis en cada granja y tomar la mejor opción con base en resultados reproductivos y en costos. Para la obtención de un buen resultado reproductivo con la utilización de este método se recomienda analizar el tipo de animales que se tengan, determinando la producción, condición corporal, estado reproductivo, entre otras.

El estudio de las bases hormonales y sus efectos han permitido mejorar los protocolos farmacológicos basados en sincronización del celo, generando diferentes medidas de administración, como tiempos y combinaciones. Esto permite una evolución en los protocolos permitiendo una mayor eficiencia y exactitud para sincronizar el celo, permitiendo su aplicación en diferentes condiciones de manejo, ambientales y tipo productivo en todo el mundo, contribuyendo notablemente en la reducción de los días abiertos.

Recomendaciones

Realizar trabajos de investigación en campo con base a la información recolectada, teniendo en cuenta la utilización diferentes razas, dosis, pisos térmicos, evaluando el estado reproductivo, condiciones de manejo, condición corporal y otras variables que permitan determinar cuál es el protocolo farmacológico más adecuado para la utilización en un hato.

Es aconsejable realizar estudios de sincronización artificial ya sea para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) como para inseminación a celo detectado.

Se recomienda realizar buen manejo post parto con el fin de la vaca retorne rápidamente al celo; además de realizar una correcta detección del celo, con la ayuda de registros utilizados al momento de realizar métodos farmacológicos basados en sincronización del celo. También, determinar cuáles son los animales con mayor problema reproductivo para facilitar los procesos de sincronización.

Bibliografía

1. Fedegan, SENA. Costos modales en ganadería de leche, Trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera [Internet]. Bogotá, octubre de 2013: Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán – Fondo Nacional del Ganado, FNG; 2013. 111 p. Available from: http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro_Costos_de_ganaderia.pdf
2. Shannon CE, Indira T, Somakim S, Susanty E, Alamiah US, Afriansyah EA, et al. Manejo productivo. Math Educ J [Internet]. 2018;1(1):75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.07.003><http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.080><http://dx.doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007><https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.02309/full><http://dx.doi.org/10.1007/s13762->
3. Molina Benavides RA, Sánchez Guerrero H, Uribe Ceballos JR, Stanislao Atzori A. Efecto de la edad al primer parto y los días abiertos en un bovino doble propósito sobre la huella hídrica y de carbono. Rev Investig Agrar y Ambient.

- 2016;7(2):107.
4. A. Córdova YMS, A.J. Leal CRM, Murillo. AL. Causas de infertilidad en ganado bovino. *Med Vet.* 2002;19(9):112–24.
 5. La Torre W. métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev Investig Vet del Peru.* 2001;12(2):179–84.
 6. Moreno Figueredo G, Cruz Carrillo A, Martínez Contreras A. Actualización de la Neosporosis bovina. *Conex Agropecu JDC* [Internet]. 2012;2(1):49–66. Available from: <http://www.revistasjdc.com/main/index.php/conexagro/article/view/184>
 7. Mu A. Reproducción y neonatología bovina. *J Chem Inf Model.* 2019;53(9):1689–99.
 8. Mechanics S. Parámetros reproductivos y eficiencia. 2020;1–9.
 9. Hellaliaghdam H, Mohammadzadeh H, Hemmingsson T, Melin B, Allebeck P, Lundberg I, et al. Manejo productivo planificado. *Intelligence* [Internet]. 2010;7(2):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2008.09.007>[http://dx.doi.org/10.1016/S0010-9452\(58\)80010-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-9452(58)80010-6)<http://pss.sagepub.com/content/17/1/67.short><http://dx.doi.org/10.1016/j.cogdev.2013.06.002><http://www.chabris.com/Hooven2008.pdf><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2800100/>
 10. Góngora A, Hernández A. El posparto en la vaca. *Rev med vet zoot.* 2007;25–42.
 11. Hernández Cerón J. Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros.* 2016.
 12. Suarez DAO. Bases farmacológicas y actualización de la sincronización del celo bovino. *J Chem Inf Model.* 2013;53(9):1689–99.
 13. Amaral G, Bushee J, Cordani UG, KAWASHITA K, Reynolds JH, ALMEIDA FFMDE, et al. Parto y puerperio. *J Petrol* [Internet]. 2013;369(1):1689–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206>

814.2014.902757%0Ahttp://dx.

14. Reineri PS. Fisiopatología del puerperio y manejo del rodeo de cría. 2017;1–79.
15. Cavestany D. Manejo reproductivo en vacas de leche. Rev INIA. 2005;(4):2–5.
16. Gottschall C, Bittencourt HR, Mattos RC, Gregory RM. Acasalamento De Vacas De Corte Lactantes. Arq Brasileiro Med Veterinária e Zootec. 2012;64(2):295–304.
17. Belo CC, Belo AT, Felício N, Martins J, Domingos T. Parâmetros reprodutivos de efetivos de vacas aleitantes no Alentejo. Rev Ciências Agrárias. 2013;36(1):84–95.
18. Dayanna S, Sanabria O, Yiney K, Parra A. CELO EN BOVINOS FUNDAMENTS AND CURRENT METHODS OF ESTRUS. :1–28.
19. Tapia Román N, Molina Alcalá A, Muñoz Vilches P. Factores que afectan al intervalo entre partos en la raza retinta. Arch Zootec. 1995;44(166):247–55.
20. Cavestany D. Sincronizacion de celo y ovulacion en vacas de leche. Spermova. 2013; 3(1): 23-25. 2013;3(1):23–5. Available from: www.produccion-animal.com.ar.
21. Hw S-. EFECTO DE UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELO (OVSYNCH) EN VACAS HOLSTEIN. Probl Set 2. 2019;23(3):2019.
22. Farinango Chávez IM, Santamaría Fernández MA. Universidad Estatal de Bolivar. 2014;151. Available from: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/792>
23. Erbiti F, Lissarrague C, Cabodevila J, Callejas SS. Efecto de algunas variables sobre la preñez de vaquillonas post-inseminación artificial a tiempo fijo. Rev Vet. 2018;29(1):35.
24. Talini R, Kozicki LE, Gaievski FR, Polo G, Lima LGF, Santiago J, et al. Bovine semen thermoresistance tests and their correlation with pregnancy rates after fixed-time artificial insemination. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2019;71(6):2085–92.
25. Accademico A. Confronto di tre diversi protocolli superovulatori nella bovina. 2013;
26. Paula Kaminski A, Luisa Andrade Carvalho M, Saporski Segui M, Ernandes Kozicki L, Breno Pedrosa V, Romualdo Weiss R, et al. Erratum: Impact of

- recombinant bovine somatotropin, progesterone, and estradiol benzoate on ovarian follicular dynamics in *Bos taurus taurus* cows using a protocol for estrus and ovulation synchronization (Theriogenology (2019) 125 (331–334), (S0093691X18303923), (10.1016/j.theriogenology.2018.11.009)). Theriogenology. 2019;140:58–61.
27. Silva TV. Estratégias De Manejo Para Aumentar a Eficiência Reprodutiva De Bovinos Leiteiros: Protocolo De Ciclo Curto Para a Sincronização Da Ovulação E Métodos Auxiliares De Detecção Do Estro. 2016; Available from: https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/Tese_Thiago_Vilar.pdf
 28. CONTRERAS GM, UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Protocolos de sincronización del estro y ovulación en bovinos en Colombia.
 29. Bó GA, Baruselli PS, Mapletoft RJ. Increasing pregnancies following synchronization of bovine recipients. Anim Reprod [Internet]. 2012;(9):312–7. Available from: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v9n3/pag312-317 %28AR505%29.pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v9n3/pag312-317%28AR505%29.pdf)
 30. Nobre SR da S. Protocolo Reprodutivo em Bovinos- Avaliação da administração de PGF2a no momento de remoção de CIDR. 2017;
 31. Tatiana L, Ramírez C, Carlos J, Corrales G, Florez R. Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Tecnológica de Pereira; 2 Docente de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Tecnológica de Pereira. :1–11.
 32. Múnica MAC, Bravo KLV, Carlos J, López E. Comparación de dos protocolos de sincronización de celos en una lechería en Pereira Risaralda. 2017;493–500.
 33. Kouamo J. Current concepts for estrus synchronization in bovine. 2017;1:456–62.
 34. Lisboa U De, Lisboa U De. Utilização de um programa de sincronização da ovulação para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras Inês Agostinho Mexia de Almeida Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal. 2018;